

# 种植密度对黎民 518 产量及农艺性状的影响

于德花 陈小芳 袁玲 徐化凌 宁凯

(山东省东营市农业科学研究院, 东营 257091)

**摘要:**设置 4 个密度, 研究种植密度对株型紧凑型玉米品种黎民 518 产量及农艺性状的影响。结果表明, 黎民 518 鲜草产量和子粒产量的最佳适宜密度不同, 鲜草产量的适宜密度高于子粒产量的适宜密度。随群体密度的增加黎民 518 刈割青贮时的绿叶片数、单株鲜重、穗长、穗行数、行粒数呈下降趋势; 高密度下秃尖长、株高、穗位高、倒伏(折)率、瘤黑粉病病株率逐渐增加; 高密度下千粒重降低; 青贮生育期略有延长。在黄河三角洲地区, 黎民 518 饲用夏播最佳适宜密度为 7.50 万株/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**种植密度; 黎民 518; 株型紧凑; 产量; 农艺性状

伴随我国农业产业结构调整, 畜牧业的快速发展对饲料作物的需求逐年增加, 由于生产青贮玉米比生产粮食能提供更多的营养物质, 因此其作为饲料的优势十分明显<sup>[1-2]</sup>。青贮玉米是果穗和茎叶均可用作饲料的玉米品种<sup>[3]</sup>, 是制作青贮饲料的主要原料<sup>[4]</sup>; 和普通玉米相比, 含有丰富的蛋白质和矿物质, 粗纤维少, 容易消化, 有促进牛羊发育和产奶的效果<sup>[5]</sup>, 是发展畜牧业, 特别是养牛业的主要饲料来源<sup>[6]</sup>。近几年, 随着畜牧业的发展, 东营市全市青贮玉米的种植面积逐年扩大, 据东营市畜牧局的统计, 2015 年青贮玉米面积已达 1.5 万 hm<sup>2</sup>, 由于缺乏适宜的品种及配套的栽培技术, 青贮产量较低。种植密度是决定青贮玉米产量的主要因素之一<sup>[6-8]</sup>。青贮玉米的最适密度会因生态条件、品种、栽培管理措施以及耕种方式等不同而有差异<sup>[9-10]</sup>。以紧凑型玉米品种黎民 518 为试验材料, 研究当地气候条件下种植密度对其产量及农艺性状的影响, 为黄河三角洲青贮玉米生产提供参考依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地点设在东营市广北农场二分厂(118° 39' E、37° 26' N), 属温带季风型大陆性气候区, 年平均气温 12.2℃, 年均降雨量 557mm, 光照充足, 日照时数 2727.4h, 无霜期 206d。试验地土壤为壤质潮土(重壤土), 地势平坦, 排灌方便, 土壤肥力较好。有机质含量 12.6g/kg, 速效氮含量 96.5mg/kg, 速效磷 10.5mg/kg, 速效钾 277.9mg/kg,

pH 值 8.4。

**1.2 试验材料与试验设计** 供试品种为紧凑型玉米品种黎民 518, 设 4 个密度, 分别为 6.00 万株/hm<sup>2</sup>、6.75 万株/hm<sup>2</sup>、7.5 万株/hm<sup>2</sup> 和 8.25 万株/hm<sup>2</sup>, 3 次重复。试验区四周设置保护行, 小区长 6.5m、宽 3.5m, 行距 60cm, 6 月 26 日利用点播器人工点播, 每小区种植 6 行。

**1.3 田间管理** 试验地 2015 年种植夏播青贮玉米, 收获后深耕, 整平土地, 冬闲。2016 年 6 月 26 日足墒播种, 点播, 播种时每 hm<sup>2</sup> 施磷酸二铵 300kg 作种肥。27 日用药剂兑水喷雾防除杂草。7 月 6 日补种并药剂防治棉铃虫及地老虎。齐苗后及时间苗、定苗, 并适当蹲苗, 确保苗齐、苗全、苗壮, 大喇叭口期喷药防治玉米螟, 每 hm<sup>2</sup> 追施尿素 75kg、磷酸二铵 150kg。

## 1.4 测定项目与方法

**1.4.1 主要农艺性状及抗性** 蜡熟期(子粒 1/2 乳线)每小区随机连续取样 20 株, 测定株高、穗位高、茎粗、刈割时绿叶片数; 调查每小区空秆率、倒伏(折)率、瘤黑粉病病株率。

**1.4.2 鲜草产量** 各小区于蜡熟期选取中间 4 行, 靠近走道的两端各去掉 1m(消除边行优势的影响), 其余植株距地面 5cm 刈割, 电子天平称量鲜重。

**1.4.3 子粒理论产量** 蜡熟期刈割测产时, 每小区连续取 20 个果穗, 晒干后于室内考种, 测量穗长、秃尖长、穗粗; 计数穗行数、行粒数; 称量千粒重(计算玉米子粒安全水分下的千粒重), 折算子粒理论产量, 计算公式: 子粒产量(kg/hm<sup>2</sup>) = 每 hm<sup>2</sup> 穗数 × 每穗粒数 × 千粒重 × 10<sup>-6</sup> × 85%。

**1.5 数据统计分析** 试验数据采用 DPS v6.55 专业版进行统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 种植密度对黎民 518 生育期及鲜草产量的影响** 由表 1 可知,随着种植密度的增加黎民 518 的青贮生育期变化不大,仅最高密度下延长 1d;刈割青贮时的绿叶数随着种植密度的增加而减少;绿叶百分比以 6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 密度下最高,随着密度的进一步增加,绿叶百分比降低,但差异均未达显著

水平;单株鲜重受种植密度的影响较大,随种植密度的增加,单株鲜重降低,6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 和 6.00 万株 /hm<sup>2</sup> 密度下的单株鲜重差异不显著,密度增加到 7.50 万株 /hm<sup>2</sup> 及以上的处理,单株鲜重差异达到极显著水平;鲜草产量随种植密度的增加表现先升后降趋势,6.00 万株 /hm<sup>2</sup> 密度下鲜草产量极显著低于其他密度;当种植密度达到 8.25 万株 /hm<sup>2</sup> 时,鲜草产量开始降低,但与 7.50 万株 /hm<sup>2</sup> 密度下鲜草产量差异不显著。

表 1 种植密度对黎民 518 生育期及鲜草产量的影响

| 密度<br>(万株 /hm <sup>2</sup> ) | 播种期<br>(月-日) | 蜡熟期<br>刈割测产<br>(月-日) | 青贮<br>生育<br>期(d) | 单株可见<br>叶数 | 刈割时<br>绿叶片数    | 绿叶百<br>分比<br>(%) | 单株鲜重<br>(kg)     | 鲜草产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|--------------|----------------------|------------------|------------|----------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| 6.00                         | 06-26        | 09-13                | 80               | 15.3Aa     | 13.12 ± 0.13Aa | 85.4Aa           | 799.07 ± 16.37Aa | 47929.53 ± 503.55Bb           |
| 6.75                         | 06-26        | 09-13                | 80               | 15.1Aa     | 13.01 ± 0.25Aa | 86.2Aa           | 771.43 ± 7.68Aa  | 53014.18 ± 471.73Aa           |
| 7.50                         | 06-26        | 09-13                | 80               | 15.1Aa     | 12.74 ± 0.32Aa | 84.5Aa           | 711.83 ± 8.31Bb  | 53287.42 ± 609.28Aa           |
| 8.25                         | 06-26        | 09-14                | 81               | 15.3Aa     | 12.58 ± 0.12Aa | 82.7Aa           | 634.49 ± 7.43Cc  | 52312.58 ± 556.49Aa           |

**2.2 种植密度对黎民 518 植株性状及抗性的影响** 由表 2 可知,6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 时的株高、穗位高略低于 6.00 万株 /hm<sup>2</sup>,随种植密度的进一步增加黎民 518 株高、穗位高增高,高密度下的株高、穗位高虽有增高的趋势,但不同密度间差异不显著;茎粗随种植密度的增加逐渐变细,茎秆粗度受种植密度的影

响较大;空秆率、倒伏(折)率及瘤黑粉病病株率随种植密度的增加有不同表现,当种植密度超过 6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 时,黎民 518 的倒伏(折)率、瘤黑粉病病株率随密度的增加而增加;空秆率基本不受种植密度的影响,3 种性状中以倒伏(折)率受密度影响最大。

表 2 种植密度对黎民 518 的植株性状及抗性的影响

| 密度<br>(万株 /hm <sup>2</sup> ) | 株高<br>(cm)      | 穗位高<br>(cm)     | 茎粗<br>(cm)      | 空秆率<br>(%) | 倒伏(折)率<br>(%) | 瘤黑粉病病株率<br>(%) |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|---------------|----------------|
| 6.00                         | 282.43 ± 1.65Aa | 98.62 ± 1.38Aa  | 1.87 ± 0.03Aa   | 1.3        | 1.9           | 0.20           |
| 6.75                         | 281.89 ± 2.40Aa | 98.31 ± 3.02Aa  | 1.85 ± 0.04ABab | 1.5        | 1.7           | 0              |
| 7.50                         | 284.78 ± 2.12Aa | 100.28 ± 2.81Aa | 1.75 ± 0.05ABbc | 1.3        | 3.9           | 0.34           |
| 8.25                         | 285.13 ± 1.66Aa | 103.57 ± 0.51Aa | 1.70 ± 0.01Bc   | 1.4        | 4.2           | 0.47           |

**2.3 种植密度对黎民 518 穗部性状及子粒产量的影响** 由表 3 可知,随着种植密度的增加,黎民 518 果穗的穗长、穗行数、行粒数逐渐减少;穗粗除 6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 密度下略高于低密度外,种植密度继续增加穗粗变细;秃尖长度则 6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 密度下最低,密度再升高秃尖长度逐渐增加;在 6.75 万株 /hm<sup>2</sup> 密度时千粒重最高,高密度下千粒重明显降低;紧凑型

品种黎民 518 较耐密植,果穗大小较均匀,子粒产量在 7727.78~8459.46kg/hm<sup>2</sup> 之间,与其他密度相比,低密度 6.00 万株 /hm<sup>2</sup> 的子粒产量显著降低,其他密度处理间差异不显著。由表 1 和表 3 还可看出,黎民 518 获得最大子粒产量的种植密度低于获得最大鲜草产量的种植密度。

表3 种植密度对黎民518的穗部性状及子粒产量的影响

| 密度<br>(万株/hm <sup>2</sup> ) | 穗长<br>(cm)      | 秃尖长<br>(cm)   | 穗粗<br>(cm)      | 穗行数            | 行粒数              | 千粒重<br>(g)        | 子粒产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------------|
| 6.00                        | 16.83 ± 0.29Aa  | 1.23 ± 0.12Aa | 3.82 ± 0.03ABa  | 14.41 ± 0.20Aa | 33.36 ± 0.38Aa   | 210.67 ± 4.73ABab | 7727.78 ± 196.52Ab            |
| 6.75                        | 16.58 ± 0.38Aa  | 1.11 ± 0.06Aa | 3.84 ± 0.03Aa   | 13.99 ± 0.16Aa | 32.71 ± 0.92Aab  | 217.93 ± 3.77Aa   | 8459.46 ± 281.77Aa            |
| 7.50                        | 15.54 ± 0.42Aab | 1.34 ± 0.20Aa | 3.76 ± 0.03ABab | 13.92 ± 0.20Aa | 31.27 ± 0.10ABbc | 204.41 ± 2.26ABbc | 8404.76 ± 181.56Aa            |
| 8.25                        | 14.76 ± 0.33Ab  | 1.38 ± 0.09Aa | 3.70 ± 0.02Bb   | 13.90 ± 0.08Aa | 29.54 ± 0.51Bc   | 193.35 ± 4.52Bc   | 8400.89 ± 207.23Aa            |

### 3 讨论与结论

**3.1 种植密度对黎民518生长发育的影响** 种植密度对青贮玉米形态指标的影响主要通过植株生长发育的影响来表现<sup>[11-12]</sup>。王婷等<sup>[9]</sup>研究认为,玉米群体由密度增加引起的竞争光照、水分和养分的矛盾较突出,因此增加密度而引起的后期环境变化对农艺性状的影响较大。已有研究<sup>[13]</sup>表明,随着种植密度的变化,玉米的株高、穗位高、茎粗及穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数发生相应规律的变化。本研究中黎民518高密度(密度 $\geq 7.50$ 万株/hm<sup>2</sup>)下的株高、穗位高增加,而穗长、行粒数等穗部性状呈现下降趋势,这与杨耿斌<sup>[14]</sup>和李宁等<sup>[15]</sup>的研究结果相一致。这主要是因为随着种植密度的增加,单株营养面积减少,养分供应相对不足,群体内通风透光也相对较差,穗粒性状降低<sup>[13,16]</sup>,而植株群体上层透光率远远大于中层和地面透光率,群体内竞争能力增加,促使株高、穗位高的增加,进而促进生物学产量提高<sup>[17-18]</sup>。

关于种植密度对单株鲜重的影响,左淑珍等<sup>[19]</sup>和孙贵臣等<sup>[20]</sup>的研究认为,随着种植密度的增加单株鲜重呈明显的下降趋势,本试验中除6.75万株/hm<sup>2</sup>和6.00万株/hm<sup>2</sup>密度下黎民518的单株鲜重差异不显著外,其他处理间单株鲜重差异均达到极显著水平。常程等<sup>[21]</sup>的研究表明,种植密度愈大玉米空秆率也愈高。曹修才等<sup>[22]</sup>认为高密度产生较高的空秆率,降低密度会显著降低空秆率,这主要是由于高密度下营养生长比较旺盛,从而影响了玉米的生殖生长,限制了生殖器官的形成和发育,从而造成了空秆率增高的结果。本研究中黎民518空秆率之所以基本没有受密度的影响,可能是因为其为紧凑型品种,耐密性强,该试验设置的密度范围还不足以对其产生影响。

**3.2 黎民518在黄河三角洲适宜的种植密度** 玉

米的适宜种植密度不仅受地理位置、生态环境和用途的影响,而且受栽培技术及品种耐密性的影响<sup>[23-24]</sup>。张吉旺等<sup>[25]</sup>研究表明,随着种植密度的增加群体鲜物质和干物质产量显著增加,且能获得较高的子粒产量。本试验中黎民518的鲜草产量和子粒产量达到最大值时的密度不相同,获得最大子粒产量时的种植密度低于获得最大鲜草产量时的种植密度。因此在单纯选择不同性状为收获对象时,其适宜的密度是不同的<sup>[26]</sup>。本研究中黎民518在黄河三角洲的表现是:随种植密度增加鲜草产量表现先增后降,7.50万株/hm<sup>2</sup>时的鲜草产量达到最高,且此时的子粒产量也较高,当种植密度达到8.25万株/hm<sup>2</sup>时,鲜草产量开始降低,因此,黄河三角洲地区紧凑型玉米品种黎民518饲用夏播最佳适宜密度为7.50万株/hm<sup>2</sup>。

#### 参考文献

- [1] 张晓庆,穆怀彬,侯向阳,等.我国青贮玉米种植及其产量与品质研究进展[J].畜牧与饲料科学,2013,34(1):54-57,59
- [2] 兰宏亮,王海波.施氮量对不同密度夏播青贮玉米产量和品质的影响[J].江苏农业科学,2017,45(2):73-75
- [3] 陈桂兰,阳康春,黄革文,等.不同施肥量和种植密度对桂青贮一号玉米生长的影响[J].南方农业学报,2011,42(6):642-644
- [4] 刘琳.奶业发展亟待粗饲料:谈推广青贮玉米[J].中国牧业通讯,2005(1):68-69
- [5] 徐晓梅,陆雪珍,潘春丹.种植密度对“雅玉青贮8号”玉米产量及相关性状的影响[J].上海农业学报,2011,27(2):156-158
- [6] 王霞,王振华,金益,等.种植密度对青贮玉米生物产量及部分农艺性状的影响[J].玉米科学,2005,13(2):94-96
- [7] 朱建国,刘景辉,高占魁,等.栽培措施对青贮玉米粗蛋白含量及产量的影响[J].华北农学报,2007,22(3):151-155
- [8] 申丽霞,王璞,兰林旺,等.氮密互作对夏玉米物质生产及氮素利用的影响[J].华北农学报,2007,22(1):137-140
- [9] 王婷,王友德,陈树宾,等.青贮玉米密度对主要农艺性状的影响及其演变规律的研究[J].玉米科学,2005,13(1):99-102
- [10] 杨克军.密度对青贮玉米龙辐单208产量及相关性状的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2004,16(3):8-10

# 高粱种子 EMS 诱变处理的研究

白鸿雁 杨伟 武擘

(山西省农业科学院高粱研究所, 晋中 030600)

**摘要:**为了探明化学诱变剂 EMS 对高粱种子的诱变处理效果,进行了不同 EMS 浓度、不同 EMS 处理时间对 R111 种子发芽率和成苗率影响的试验,并在适宜浓度和处理时间下,比较了 6 种基因型的发芽率、发芽势和成苗率。结果表明: R111 的 EMS 致死浓度为 0.5%,半致死浓度为 0.25%,适宜的处理时间为 10~15h;经处理后,不同基因型材料的发芽率、发芽势、出苗率明显不同,说明不同基因型对 EMS 的敏感性不同,半致死浓度有差异。

**关键词:**高粱;化学诱变;甲基磺酸乙酯(EMS)

农作物化学诱变育种是指用化学诱变剂处理作物品种材料,以诱发材料产生可以遗传的变异,然后根据育种目标,对产生的变异进行多世代的选择和鉴定,育成生产上可利用的品种或品系<sup>[1]</sup>。由于化学诱变具有使用方便、成本低廉、点突变比例高、突变频率高等特点<sup>[2]</sup>,近年来被育种者广泛使用。在众多的化学诱变剂中,甲基磺酸乙酯(EMS, ethyl methyl sulfonate)被认为是最高效、安全的一种,其主要诱发点突变,能对作物品种的某一个性状进行改良,应用最为广泛<sup>[3-8]</sup>。目前,国内利用 EMS 化学

诱变育种技术,在大豆、花生、大麦、春小麦、水稻等的诱变选育中获得了巨大成就<sup>[9]</sup>。关于 EMS 化学诱变育种技术在高粱中的应用比较少,吕鑫等<sup>[10]</sup>用 EMS 对高粱无融合生殖系 1094 和 2083 的种子进行诱变处理,得到了株高、穗长、育性及结实率等突变体材料。张会等<sup>[11]</sup>以甜高粱品种能饲 1 号为野生型构建 EMS 化学诱变突变体库,最后筛选得到 3 份特异突变体材料: SM83、SM197、SM305。为了更有效地开展高粱 EMS 诱变育种,创造新的种质资源,选择育种上常用的 6 个高粱恢复系材料,研究了 EMS 对种子发芽率、成苗率、发芽势的影响,以探讨其对高粱的诱变效应,为进一步开展高粱化学诱变

基金项目:山西省农业科学院高粱研究所所级课题(GLS16-14)

通信作者:杨伟

- [11] 冯鹏,温定英,孙启忠. 种植密度对玉米产量及青贮品质的影响[J]. 草业科学,2011,28(12): 2203-2208
- [12] 李向拓,吴权明,毛建昌. 饲用玉米育种要求性状特征及研究进展[J]. 西北农业学报,2003,12(2): 36-40
- [13] 郭莹,覃鸿妮,蔡一林. 密度对不同株型玉米产量及主要农艺性状的影响[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2012,37(6): 57-61
- [14] 杨耿斌. 不同种植密度对早熟玉米品种克单 12 号产量及构成因素的影响[J]. 农业科技通讯,2008(12): 35-36
- [15] 李宁,翟志席,李建民,等. 密度对不同株型的玉米农艺、根系性状及产量的影响[J]. 玉米科学,2008,16(5): 98-102
- [16] 杨耿斌,谭福忠,王新江,等. 不同密度对青贮玉米产量与品质的影响[J]. 玉米科学,2006,14(5): 115-117
- [17] 薛吉全,梁宗锁,马国胜,等. 玉米不同株型耐密性的群体生理指标研究[J]. 应用生态学报,2002,13(1): 55-59
- [18] 马国胜,薛吉全,路海东,等. 不同类型饲用玉米群体光合生理特性的研究[J]. 西北植物学报,2005,25(3): 536-540
- [19] 左淑珍,王光申,汤金涛,等. 种植密度对青贮玉米主要农艺性状

- 及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2013(7): 13-15
- [20] 孙贵臣,任元,马晓磊,等. 不同种植密度对青贮玉米生物产量及主要农艺性状的影响[J]. 山西农业科学,2013,41(2): 146-148
- [21] 常程,张书萍,刘晶,等. 密度对不同株型玉米产量和农艺性状的影响[J]. 辽宁农业科学,2008(2): 27-29
- [22] 曹修才,侯廷荣. 玉米空秆的成因及防止对策[J]. 玉米科学,1995,3(2): 37-38
- [23] 张新跃,李元华,张瑞珍,等. “饲用玉米——黑麦草”草地农业系统的研究——不同密度对青贮饲用玉米生产效果的影响[J]. 草业科学,2006,23(2): 54-56
- [24] 张晓艳,董树亭,王空军,等. 不同类型饲用作物营养成分的比较研究[J]. 作物学报,2005,31(10): 1344-1348
- [25] 张吉旺,胡昌浩,王空军,等. 种植密度对全株玉米饲用营养价值的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(6): 1126-1131
- [26] 路海东,薛吉全,郝引川,等. 密度对不同类型青贮玉米饲用产量及营养价值的影响[J]. 草地学报,2014,22(4): 865-870

(收稿日期: 2017-12-20)